

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001 年 10 月 25 日 (25.10.2001)

PCT

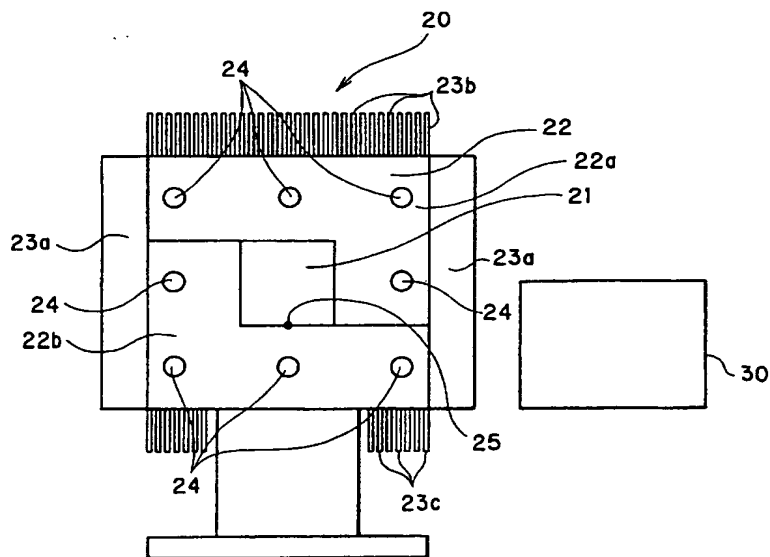
(10) 国際公開番号  
WO 01/79929 A1

- (51) 国際特許分類: G02F 1/37
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/03219
- (22) 国際出願日: 2001 年 4 月 16 日 (16.04.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2000-117635 2000 年 4 月 19 日 (19.04.2000) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒100-8315 東京都千代田区丸の内二丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 池田直昭 (IKEDA,
- Naoaki) [JP/JP]. 赤羽 崇 (AKABA, Takashi) [JP/JP]; 〒652-8585 兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三菱重工業株式会社 神戸造船所内 Hyogo (JP). 野田 修 (NODA, Osamu) [JP/JP]. 三木 晋 (MIKI, Susumu) [JP/JP]. 大谷雄一 (OHTANI, Yuichi) [JP/JP]; 〒676-8686 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社 高砂研究所内 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 光石俊郎, 外 (MITSUISHI, Toshiro et al.); 〒107-0052 東京都港区赤坂一丁目9番15号 日本短波放送会館 光石法律特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: LASER WAVELENGTH CONVERTER

(54) 発明の名称: レーザ波長変換装置



(57) Abstract: A nonlinear optical crystal element (21) for wavelength conversion is surrounded by a heat sink (22) having cooling fins (23a, 23b, 23c). Cartridge heaters (24) are arranged on the heat sink (22) to heat the nonlinear optical crystal element (21) evenly, and the temperature is adjusted by a heater controller (30). Laser radiation is incident on the nonlinear optic element (21), which converts wavelength to produce radiation of a shorter wavelength. When the repetition frequency of the laser radiation is high, the heaters (24) are not energized and heat is removed by the heat sink (22). When the repetition frequency of the laser radiation is low, on the other hand, the heater (24) is energized to maintain the temperature of the nonlinear optical crystal element (21) so that conversion efficiency may improve.

[続葉有]

WO 01/79929 A1



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

---

(57) 要約:

波長変換素子である非線形光学結晶素子(21)は、冷却フィン(23a, 23b, 23c)を有するヒートシンク(22)に囲まれている。ヒートシンク(22)には、非線形光学結晶素子(21)を均等に加熱するカートリッジヒータ(24)が配置されており、その温度はヒータコントローラ(30)により調整される。レーザ光は非線形光学素子(21)に入射され、その波長が短くなるように波長変換されてから出射される。レーザ光の繰り返し周波数が高いときには、ヒータ(24)の加熱を停止しヒートシンク(22)により冷却し、レーザ光の繰り返し周波数が低いときには、ヒータ(24)の加熱を行い非線形光学結晶素子(21)の温度を変換効率が良い温度に維持する。

## 明 細 書

## レーザ波長変換装置

## 技術分野

本発明はレーザ波長変換装置に関し、レーザ光の繰り返し周波数をダイナミックに変更しても、効率良く波長変換ができるように工夫したものである。

## 背景技術

レーザ発振器から出力されたレーザ光の波長を、波長変換して、波長の短いレーザ光を得ることが行われている。例えば、高密度LSIを製作するために露光をする際には、紫外レーザ光が必要とされる。そこで固体レーザ発振器から発生した波長の長い赤外レーザ光を、レーザ波長変換装置により波長の短いレーザ光に変換することにより、紫外レーザ光を得ることが行われている。

レーザ波長変換装置には、波長変換素子である非線形光学結晶素子が備えられており、この非線形光学結晶素子の入射端面からレーザ光を入射すると、波長変換されて波長が短くなったレーザ光が、その出射端面から出力される。このような非線形光学結晶素子としては、KTP ( $\text{KTiOPO}_4$ )、LBO ( $\text{LiB}_3\text{O}_5$ )、BBO ( $\beta\text{-BaB}_2\text{O}_6$ )、CLBO ( $\text{CsLiB}_6\text{O}_{10}$ ) 等が知られている。

上述した非線形光学結晶素子は、予め設定した温度において位相整合条件を満たすようにカットされる。ここで、設定温度を室温より数十度高い温度にしておくことにより、室温の変動による影響を受けにくくすることができる。また、素子の種類によっては、結晶素子のくもり（ダークニング）が、高温にした方が起こりにくくなるものもある。例えば、KTP ( $\text{KTiOPO}_4$ )、LBO ( $\text{LiB}_3\text{O}_5$ )、BBO ( $\beta\text{-BaB}_2\text{O}_6$ ) では  $80^\circ\text{C}$  に設定し、CLBO ( $\text{CsLiB}_6\text{O}_{10}$ ) では  $150^\circ\text{C}$  に設定することが良いとされている。

ここで正面図である第9図を参照しつつ、従来のレーザ波長変換装置1を説明する。非線形光学結晶素子（波長変換素子）2はホルダ3に固定されており、非線形光学結晶素子2及びホルダ3の下部内部にはヒータ4が配置されている。ヒ

ータ4と非線形光学結晶素子2との間には、熱電対5が設置されている。そして、ホルダ3及びヒータ4の外周は、断熱材6で囲まれている。

第9図において、レーザ光は、紙面に垂直な方向に沿い進行して非線形光学結晶素子2の入射端面（第9図において紙面の表側の面）に入射し、非線形光学結晶素子2の内部を通過して波長変換され、出射端面（紙面の裏側の奥に位置する面）から出射される。

ヒータコントローラ10は、ヒータ4に送る電流をオン・オフすることによりヒータ4の発熱を調整するものであり、熱電対5により検出した温度検出信号がヒータコントローラ10に伝送されるようになっている。

このような従来のレーザ波長変換装置1では、ヒータコントローラ10による制御を基にヒータ4を発熱させ、非線形光学結晶素子2及びホルダ3を加熱昇温する。加熱昇温されると、断熱材6により断熱・保温されるため外部への熱放散が抑制され、非線形光学結晶素子2の温度が安定化する。ヒータコントローラ10には、ソリッドステートリレーが内蔵されており、熱電対5により検出した温度検出信号の値（温度）が設定温度となるように、このソリッドステートリレーがオン・オフ制御される。

従来では、一定の繰り返し周波数のレーザ光が連続的に入射される場合のみを規定しているため、レーザ光入射時に非線形光学結晶素子2においてレーザ光の一部が吸収されることに伴う入熱量は一定であり、前記ソリッドステートリレーをオン・オフ制御する程度で、非線形光学結晶素子2の温度は安定していた。つまり、非線形光学結晶素子2の温度を、変換効率が最大となる温度ないしその温度近傍に維持することができた。

ところで最近では、ユーザ側の要求に応じて、入射されるレーザ光の繰り返し周波数をダイナミックに可変する運転を行う必要が生じてきた。このようにレーザ光の繰り返し周波数をダイナミックに変更すると、繰り返し周波数の変更に応じて、非線形光学結晶素子2へのレーザ光の吸収に伴う入熱量が増大または減少する。

特に、レーザ光の繰り返し周波数を上昇させる場合には、非線形光学結晶素子2への入熱量が増加するため、非線形光学結晶素子2を冷却する必要があるが、

ヒータ 4 の加熱を停止した程度では、周囲に断熱材 6 が存在するため、変換効率が良い温度範囲にまで迅速に冷却することが困難であった。即ち、温度安定性が悪いという結果を招いていた。

本発明は、上記従来技術に鑑み、レーザ光の繰り返し周波数をダイナミックに変更しても、非線形光学結晶素子の温度を、変換効率が良い温度範囲に安定に維持することができるレーザ波長変換装置を提供することを目的とする。

#### 発明の開示

本発明では、入射端面から入射されたレーザ光を波長変換して出射端面から波長を短くしたレーザ光を出射する波長変換素子と、波長変換素子の周面を囲うと共に冷却フィンを有するヒートシンクと、波長変換素子の周囲を囲む状態でヒートシンクに配置された均一加熱用ヒータと、波長変換素子の温度を計測する温度センサと、温度センサにより検出した温度が、予め設定した温度となるように、均一加熱用ヒータに供給する電流を制御するヒータコントローラとを有する構成とした。

このためレーザ光の繰り返し周波数が高いときには均一加熱用ヒータによる加熱を停止すれば、冷却フィンに有するヒートシンクにより良好な冷却が行われ、波長変換素子の温度を、変換効率が良い設定温度にすることができる。また、レーザ光の繰り返し周波数が低いときには、均一加熱用ヒータにより加熱することにより、波長変換素子の温度を、変換効率が良い設定温度にすることができる。この結果、入射するレーザ光の周波数をダイナミックに変更しても、常に、良好な波長変換ができる。

また本発明では、ヒートシンクの冷却フィンのうち、側面に位置する冷却フィンは垂直方向に伸びた状態で配置されている構成とした。

このため、冷却フィンにより加熱された空気が上昇気流となって自然に上昇するため、冷却効率が良くなる。

また上下フィンと側面フィンは直交しているため、相互のフィン間での放熱気流の流入がなく各フィンによる冷却が効果的に行われる。

また本発明では、均一加熱用ヒータは、波長変換素子の周囲を囲む状態で均等

に、かつ、光軸方向に伸びた状態でヒートシンクに配置された複数のロッド型のヒータである構成とした。

また本発明では、均一加熱用ヒータは、ヒートシンクの外周面を囲う状態で配置された膜状ヒータである構成とした。

このため、波長変換素子を均一に加熱することができ、良好な波長変換を確保することができる。

また本発明では、ヒートシンクの入射側端面及び出射側端面に温度勾配補正用ヒータを配置し、ヒータコントローラは、出射端面側の温度勾配補正用ヒータの発熱量に比べて入射端面側の温度勾配補正用ヒータの発熱量が多くなるように、温度制御をするようにした。

このため、光軸方向の温度勾配をなくし、波長変換効率を更に良好にすることができる。

また本発明では、ヒートシンクの出射端面側には、波長変換素子の出射端面に向かって周囲から均等に冷却ガスを吹き付けるループガス管が配置されている構成とした。

このため、光軸方向の温度勾配をなくし、波長変換効率を更に良好にすることができる。

また本発明では、波長変換素子は、光軸方向に沿い分割されていたり、分割された波長変換素子の端面には、無反射コートや、光学研磨が施されていたりする構成とした。

このため、損失の低減ができる。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の第1の実施の形態にかかるレーザ波長変換装置を示す正面図である。

第2図は、本発明の第1の実施の形態にかかるレーザ波長変換装置を示す側面図である。

第3図は、本発明の第2の実施の形態にかかるレーザ波長変換装置を示す側面断面図である。



第4図は、本発明の第3の実施の形態にかかるレーザ波長変換装置を示す側面断面図である。

第5図は、本発明の第3の実施の形態にかかるレーザ波長変換装置を示す背面図である。

第6図は、本発明の第4の実施の形態にかかるレーザ波長変換装置を示す平面図である。

第7図は、本発明の第5の実施の形態にかかるレーザ波長変換装置を示す正面図である。

第8図は、本発明の第6の実施の形態に用いる非線形光学結晶素子を示す正面図である。

第9図は、従来のレーザ波長変換装置を示す正面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下に本発明の実施の形態を図面に基づき詳細に説明する。

##### <第1の実施の形態>

本発明の第1の実施の形態にかかるレーザ波長変換装置20を、正面図（入射端面側の図）である第1図及び側面図である第2図を参照しつつ説明する。

両図に示すように、非線形光学結晶素子21は、ヒートシンク22の中央の孔に挿入配置されている。ヒートシンク22は、断面L字型のヒートシンク部材22a、22bを組み合わせ構成されている。非線形光学結晶素子21は、その周面にシリコンコンパウンドが塗布されてから、ヒートシンク22の中央の孔に挿入されている。換言すると、非線形光学結晶素子21の周面は、ヒートシンク22により囲まれている。なおシリコンコンパウンドは、非線形光学結晶素子21の熱膨張を吸収する効果と、抜け止め防止効果を目的として塗布されている。

ヒートシンク22の左右側面には、垂直方向に伸びる冷却フィン23aが形成され、ヒートシンク22の頂面には冷却フィン23bが、ヒートシンク22の底面には冷却フィン23cがそれぞれ形成されている。

また、非線形光学結晶素子21の周囲を囲む状態で、複数（本例では8本）のカートリッジヒータ（均一加熱用ヒータ）24が、ヒートシンク22に均等に配

置されている。この各カートリッジヒータ 24 はロッド型のヒータであり光軸方向に伸びた状態で配置されており、その周面にシリコンコンパウンドが塗布されてから、ヒートシンク 22 に形成した孔に挿入されている。

非線形光学結晶素子 21 の下面とヒートシンク 22 との間には、熱電対 25 が設置されており、この熱電対 25 により検出した温度検出信号がヒータコントローラ 30 に伝送される。ヒータコントローラ 30 は、カートリッジヒータ 24 に供給する電流値を制御するサイリスタ制御回路を内蔵している。そして、熱電対 25 により検出した温度検出信号の値（温度）が、非線形光学結晶素子 21 にとって最も変換効率が良くなる設定値（設定温度）となるように、カートリッジヒータ 24 に供給する電流を制御する。なお、温度検出素子としては、熱電対以外に、温度検出精度の高い測温抵抗体やサーミスタを使用することもできる。

上記構成となっているレーザ波長変換装置 20 では、繰り返し周波数の高いレーザ光が非線形光学結晶素子 21 に入射して、非線形光学結晶素子 21 の温度が上昇した場合、ヒータコントローラ 30 は、カートリッジヒータ 24 への電流供給を停止して、カートリッジヒータ 24 の発熱を停止する。このとき、冷却フィン 23 a, 23 b, 23 c により良好な冷却が行われる。特に、左右側面の冷却フィン 23 a が垂直方向に伸びた状態となっているため、この冷却フィン 23 a により加熱された空気が上昇気流となって自然に上昇していくため、冷却フィン 23 a により効果的な冷却ができる。また、冷却フィン 23 a と冷却フィン 23 b, 23 c が直交しているため、冷却フィン 23 c からの放熱気流は冷却フィン 23 a に流入することではなく、冷却フィン 23 a からの放熱気流は冷却フィン 23 b へ流入することがなく、効果的な冷却が可能である。

この結果、繰り返し周波数の高いレーザ光が非線形光学結晶素子 21 に入射して発熱量が多くなっても、上記冷却フィン 23 a, 23 b, 23 c による冷却機能により、非線形光学結晶素子 21 の温度は、最も変換効率が良くなる設定温度に維持することができる。逆に言うと、想定している最大繰り返し周波数でのレーザ光が非線形光学結晶素子 21 に入射して発熱量が最大になったときであっても、最も変換効率が良くなる設定温度を越えないように、冷却フィン 23 a, 23 b, 23 c の放熱量を設定している。

非線形光学結晶素子 21 に入射するレーザ光が、繰り返し周波数の低い場合、あるいは、レーザ光の入射エネルギーが低い場合には、非線形光学結晶素子 21 の温度が低下して、熱電対 25 により検出した温度検出信号の値（温度）も低下する。

このときには、ヒータコントローラ 30 は、カートリッジヒータ 24 への電流供給量を増大させる。しかも、非線形光学結晶素子 21 にとって最も変換効率が良くなる設定値（設定温度）に維持できるように、カートリッジヒータ 24 に供給する電流値をサイリスタ制御する。

このため、非線形光学結晶素子 21 に入射するレーザ光の繰り返し周波数をダイナミックに変更した場合でも、非線形光学結晶素子 21 の温度を、冷却フィン 23 a, 23 b, 23 c による除熱およびカートリッジヒータ 24 による加熱によって、変換効率が最大となる設定温度に維持することができ、変換効率の低下を抑制することができる。

#### <第 2 の実施の形態>

本発明の第 2 の実施の形態にかかるレーザ波長変換装置 20 A を、側面断面図である第 3 図を参照しつつ説明する。

第 2 の実施の形態では、ヒートシンク 22 のうち、レーザ光が入射する側の入射端面（第 3 図では左側端面）にプレートヒータ 26 a を配置し、レーザ光が出射する側の出射側端面（第 3 図では右側端面）にプレートヒータ 26 b を配置している。他の部分の構成は、第 1 図、第 2 図に示す第 1 の実施の形態と同様である。なお、プレートヒータ 26 a, 26 b は軸方向温度勾配補正用ヒータであり、その温度制御は、ヒータコントローラ 30（第 1 図参照）により行う。

第 2 の実施の形態では、非線形光学結晶素子 21 にレーザ光が入射された場合に、プレートヒータ 26 b の発熱量にくらべて、プレートヒータ 26 a の発熱量が多くなるように、温度制御をしている。勿論、カートリッジヒータ 24 の温度制御もしており、非線形光学結晶素子 21 の設定温度が、変換効率が最大となる温度になるように調整をしている。

レーザ光、特に短波長の紫外光（概ね波長 400 nm 以下）が変換光として出射される場合、非線形光学結晶素子 21 での吸収率は、変換光が可視光の場合に

比べて増加する。波長変換された紫外変換光は、非線形光学結晶素子 2 1 の入射端面で発生しはじめ、結晶中を進行するにつれて変換量が増加し、出射端面で最大となる。つまり、非線形光学結晶素子 2 1 の光軸方向に沿って紫外変換光が増加し、結晶中での吸収量も増大する。このため、プレートヒータ 2 6 a, 2 6 b が無い場合には、入射端面側で温度が低く出射端面側で温度が高い結果となり、光軸方向に沿う温度勾配（温度不均一）が発生する。このような温度不均一があると結晶の屈折率が変化して位相整合条件が崩れるため変換効率が低下する。

本実施の形態では、出射端面側のプレートヒータ 2 6 b の発熱量にくらべて、入射端面側のプレートヒータ 2 6 a の発熱量が多くなるようにして、上述した光軸方向に沿う温度勾配（温度不均一）を解消している。これにより、非線形光学結晶素子 2 1 の変換効率の低下を抑制することが可能となる。

なおプレートヒータ 2 6 a, 2 6 b の代わりに、ロッド型のヒータをヒートシンク 2 2 の入射端面及び出射端面に埋め込んだり、リボンヒータを用いることもできる。

要は、非線形光学結晶素子 2 1 を均一に加熱するカートリッジヒータ 2 4 の他に、ヒートシンク 2 2 の入射端面及び出射端面に光軸方向の温度勾配（温度不均一）を解消するためのヒータを備えるようにすればよい。

### < 第 3 の実施の形態 >

本発明の第 3 の実施の形態にかかるレーザ波長変換装置 2 0 B を、側面断面図である第 4 図及び出射端面側からみた第 5 図を参照しつつ説明する。

第 3 の実施の形態では、非線形光学結晶素子 2 1 の出射端面側にループ形状のループガス管 2 7 が配置されている。このループガス管 2 7 は非線形光学結晶素子 2 1 の出射端面を囲う状態で配置されており、このループガス管 2 7 の内周側には複数の噴射口 2 7 a が均等に配置されている。このループガス管 2 7 には、例えばヘリウム、窒素等の不活性ガス G が供給され、この不活性ガスは各噴射口 2 7 a から非線形光学結晶素子 2 1 の出射端面に向かい周囲から均等に噴射され、非線形光学結晶素子 2 1 の出射端面側を均等に冷却する。このため、非線形光学結晶素子 2 1 の光軸方向に沿う温度勾配（温度不均一）を解消して、変換効率の低下を抑制することが可能となる。

#### <第4の実施の形態>

本発明の第4の実施の形態にかかるレーザ波長変換装置20Cを、平面図である第6図を参照しつつ説明する。この実施の形態では、ヒートシンク22の左右側面に備えた冷却フィン23a-1は、入射端面側から出射端面側に向かうに従い長くなっている。つまり出射端面側における放熱能力を高めている。このため、非線形光学結晶素子21の光軸方向に沿う温度勾配（温度不均一）を解消して、変換効率を向上させることができる。

#### <第5の実施の形態>

本発明の第5の実施の形態にかかるレーザ波長変換装置20Dを、正面図である第7図を参照しつつ説明する。この実施の形態では、均一加熱用ヒータとして膜状ヒータ28を採用しており、カートリッジヒータ24は採用していない。膜状ヒータ28はヒートシンク22の外周面を囲む状態で配置されており、その温度はヒータコントローラ30により調整される。他の部分の構成は第1の実施の形態と同様である。この膜上ヒータ28により、ヒートシンク22ひいては非線形光学結晶素子21の温度を均一に加熱することができる。

#### <第6の実施の形態>

次に本発明の第6の実施の形態にかかるレーザ波長変換装置に用いる非線形光学結晶素子21Aを、第8図を参照して説明する。第8図に示すようにこの非線形光学結晶素子21Aは、軸方向に沿う途中で2分割され、2つの非線形光学結晶素子21A-1、21A-2を連結して構成されている。このように分割構成とすることにより、光軸方向の温度勾配（温度不均一）が小さくなり、変換効率の低下の抑制が可能となる。

この場合、各非線形光学結晶素子21A-1、21A-2の入射端面及び出射端面に、入射レーザ光波長及び変換波長に対する無反射コートを施しておくことにより、損失を低減することができる。

また、非線形光学結晶素子21A-1、21A-2の接合端面を、光学研磨して張り合わせることで、入射レーザ光と変換光の反射損失を低減することができる。

なお非線形光学結晶素子21Aを、2分割以上の分割数に分割することもでき

る。

#### 産業上の利用可能性

以上のように、本発明にかかるレーザ波長変換装置では、レーザ光の繰り返し周波数が高いときには均一加熱用ヒータによる加熱を停止すれば、冷却フィンを有するヒートシンクにより良好な冷却が行われ、波長変換素子の温度を、変換効率が良い設定温度にすることができる。また、レーザ光の繰り返し周波数が低いときには、均一加熱用ヒータにより加熱することにより、波長変換素子の温度を、変換効率が良い設定温度にすることができる。この結果、入射するレーザ光の周波数をダイナミックに変更しても、常に、良好な波長変換ができる。

## 請求の範囲

1. 入射端面から入射されたレーザ光を波長変換して出射端面から波長を短くしたレーザ光を出射する波長変換素子と、

前記波長変換素子の周面を囲うと共に冷却フィンを有するヒートシンクと、

前記波長変換素子の周囲を囲む状態で前記ヒートシンクに配置された均一加熱用ヒータと、

前記波長変換素子の温度を計測する温度センサと、

前記温度センサにより検出した温度が、予め設定した温度となるように、前記均一加熱用ヒータに供給する電流を制御するヒータコントローラとを有することを特徴とするレーザ波長変換装置。

2. 前記ヒートシンクの冷却フィンのうち、側面に位置する冷却フィンは垂直方向に伸びた状態で配置されていることを特徴とする請求の範囲 1 のレーザ波長変換装置。

3. 前記均一加熱用ヒータは、前記波長変換素子の周囲を囲む状態で均等に、かつ、光軸方向に伸びた状態で前記ヒートシンクに配置された複数のロッド型のヒータであることを特徴とする請求の範囲 1 のレーザ波長変換装置。

4. 前記均一加熱用ヒータは、前記ヒートシンクの外周面を囲う状態で配置された膜状ヒータであることを特徴とする請求の範囲 1 のレーザ波長変換装置。

5. 前記ヒートシンクの入射側端面及び出射側端面に温度勾配補正用ヒータを配置し、

前記ヒータコントローラは、出射端面側の温度勾配補正用ヒータの発熱量に比べて入射端面側の温度勾配補正用ヒータの発熱量が多くなるように、温度制御をすることを特徴とする請求の範囲 1 のレーザ波長変換装置。

6. 前記ヒートシンクの出射端面側には、前記波長変換素子の出射端面に向かって周囲から均等に冷却ガスを吹き付けるループガス管が配置されていることを特徴とする請求の範囲 1 のレーザ波長変換装置。

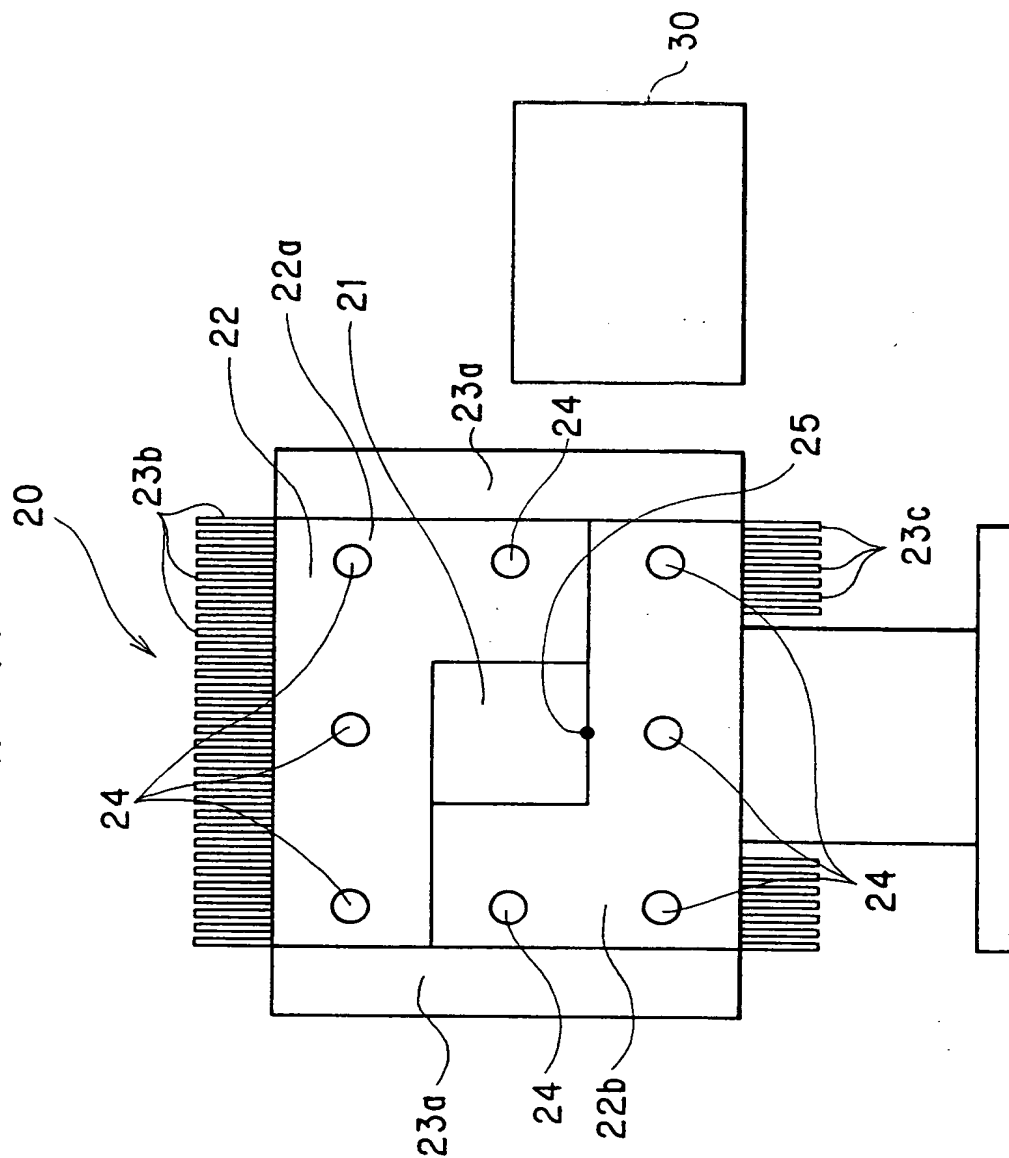
7. 前記波長変換素子は、光軸方向に沿い分割されていることを特徴とする請求の範囲 1 のレーザ波長変換装置。

8. 前記波長変換素子は、光軸方向に沿い分割されており、分割された波長変換素子の端面には、無反射コートが施されていることを特徴とする請求の範囲 1 のレーザ波長変換装置。

9. 前記波長変換素子は、光軸方向に沿い分割されており、分割された波長変換素子の端面には、光学研磨が施されていることを特徴とする請求の範囲 1 のレーザ波長変換装置。

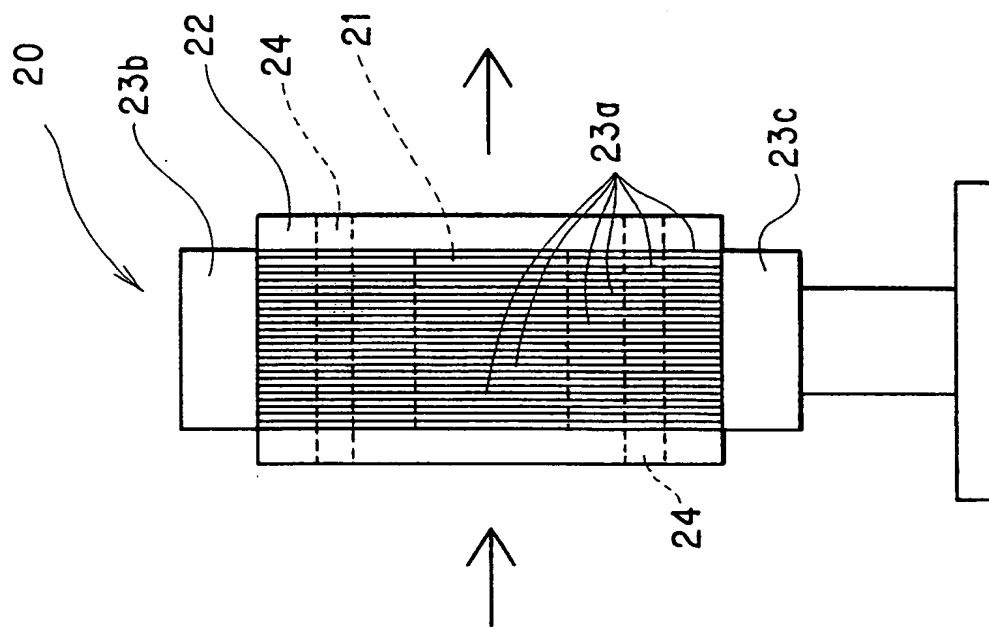


第1図



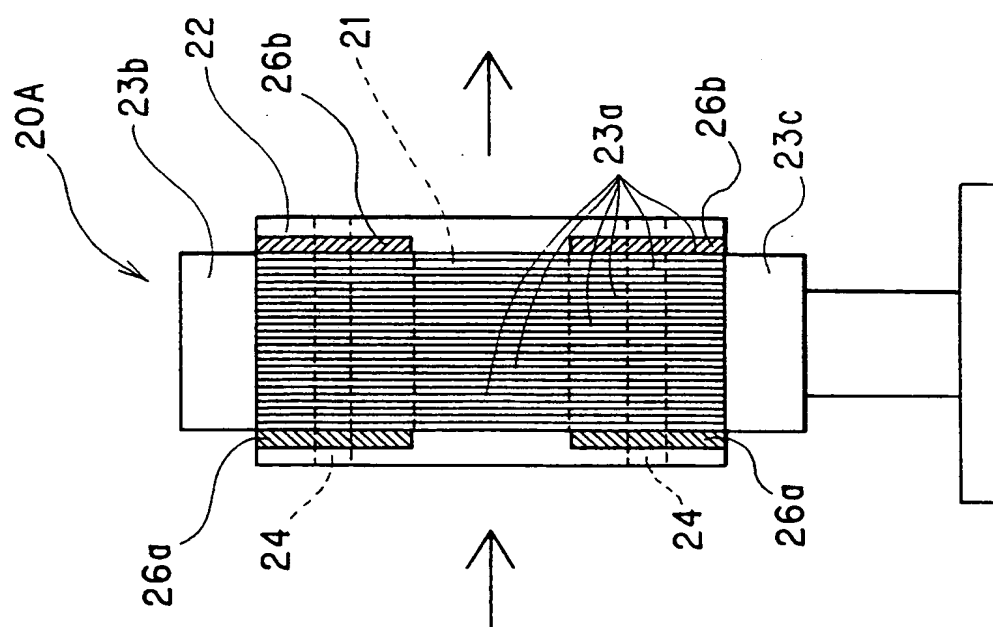
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

第 2 図



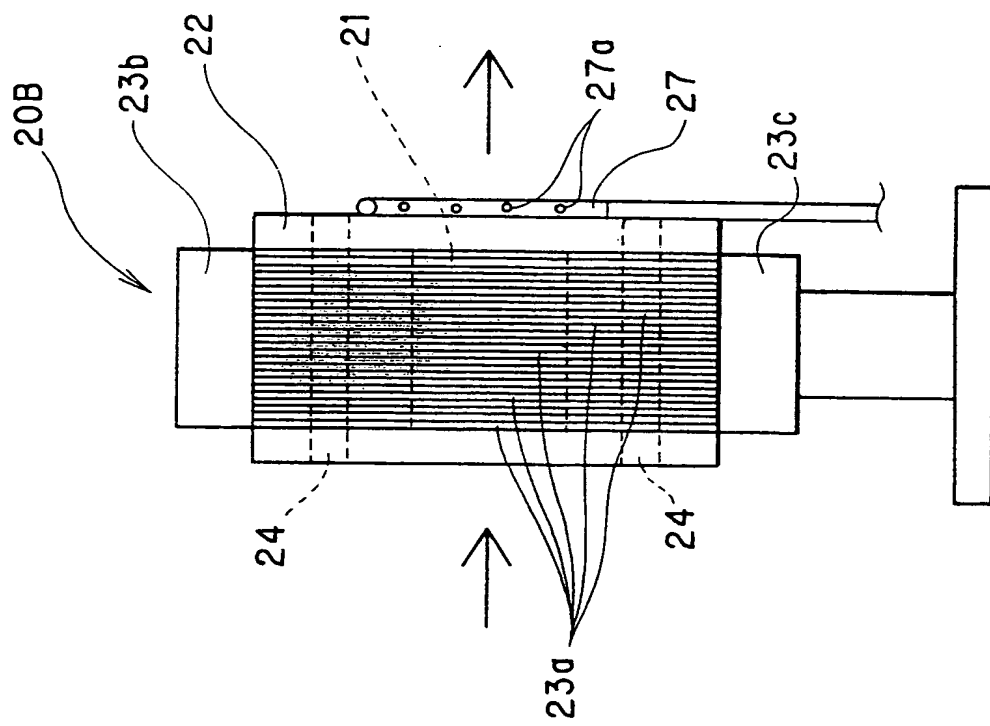
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

第 3 図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

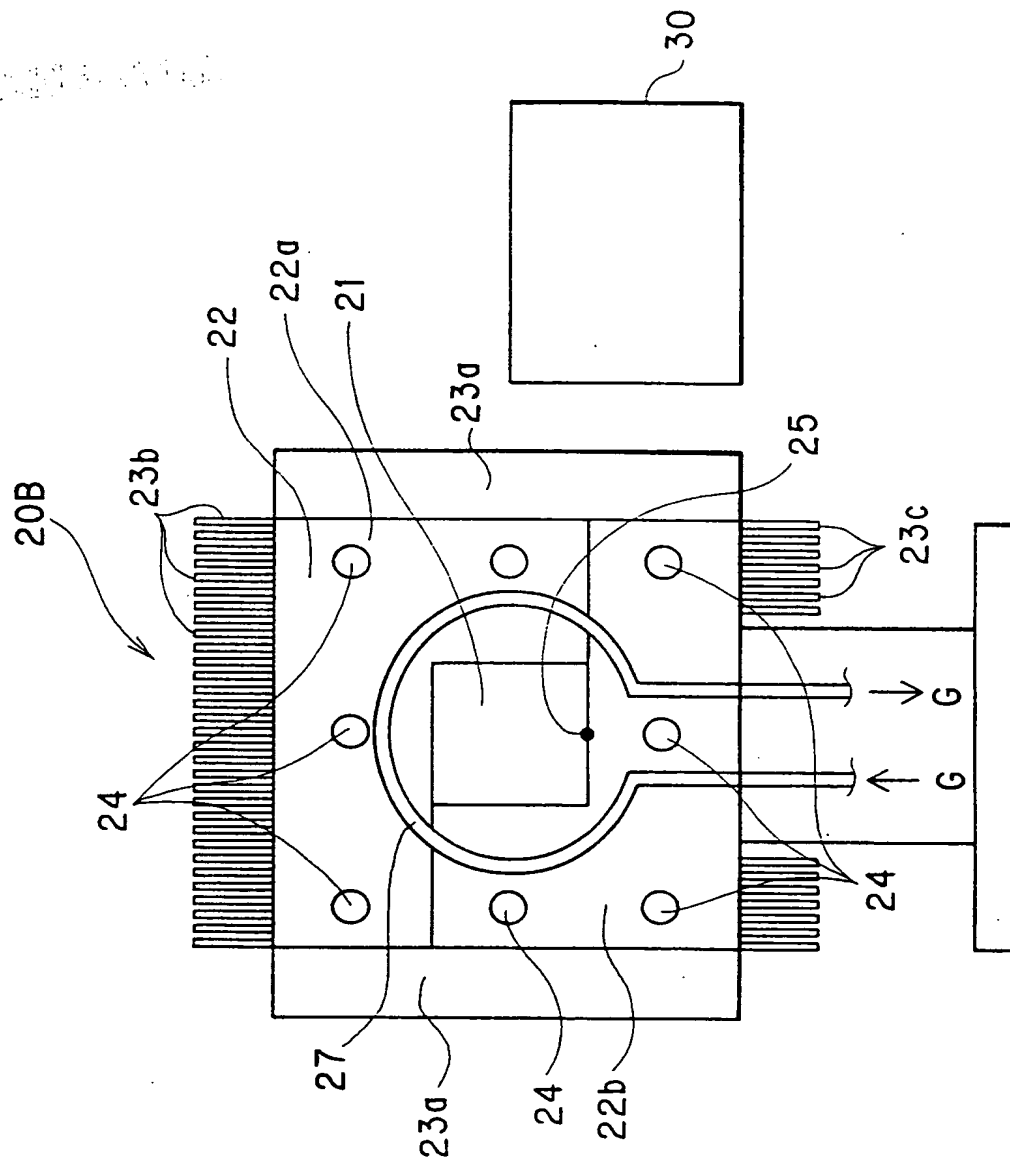
第 4 図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

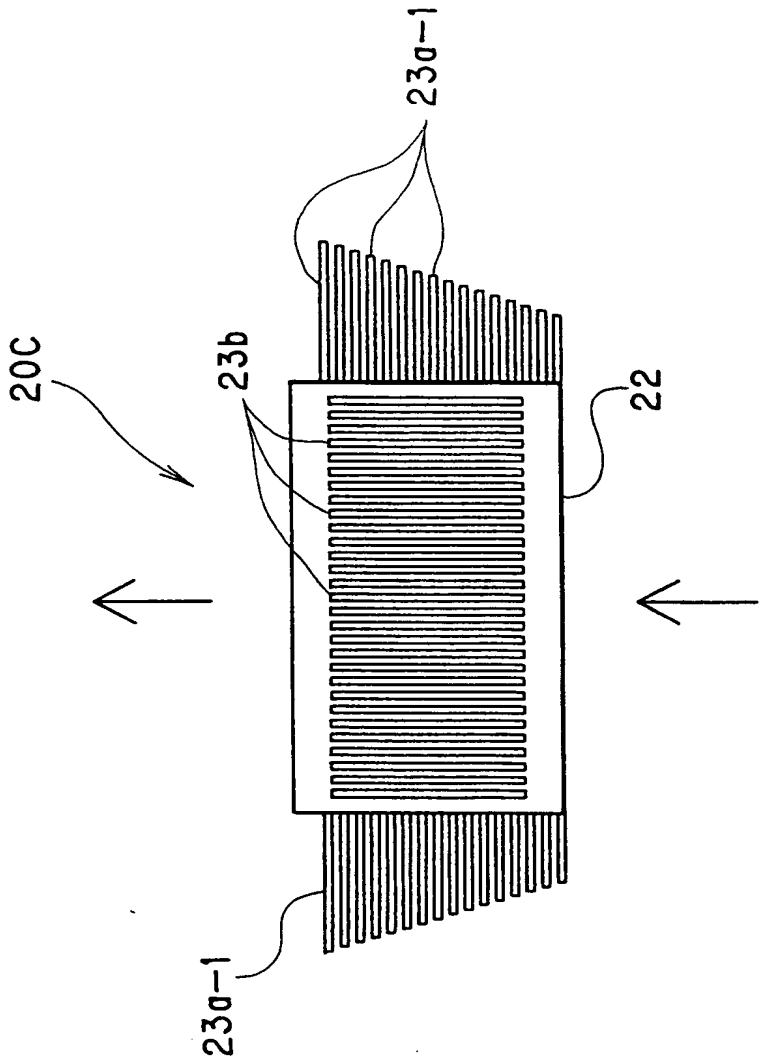


第 5 図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

第 6 図

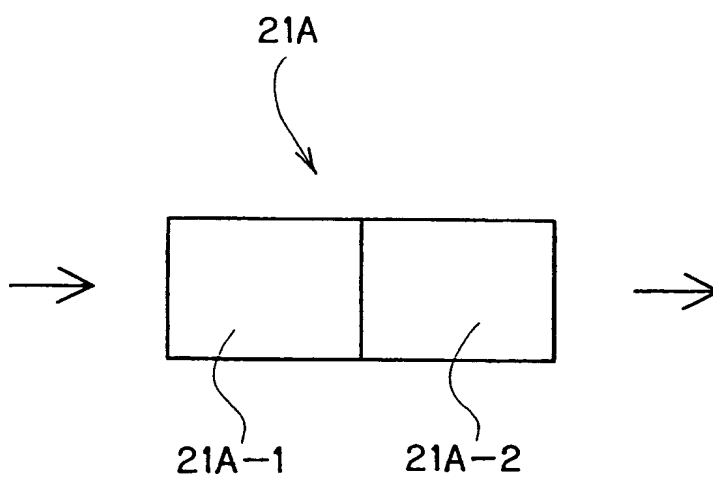


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

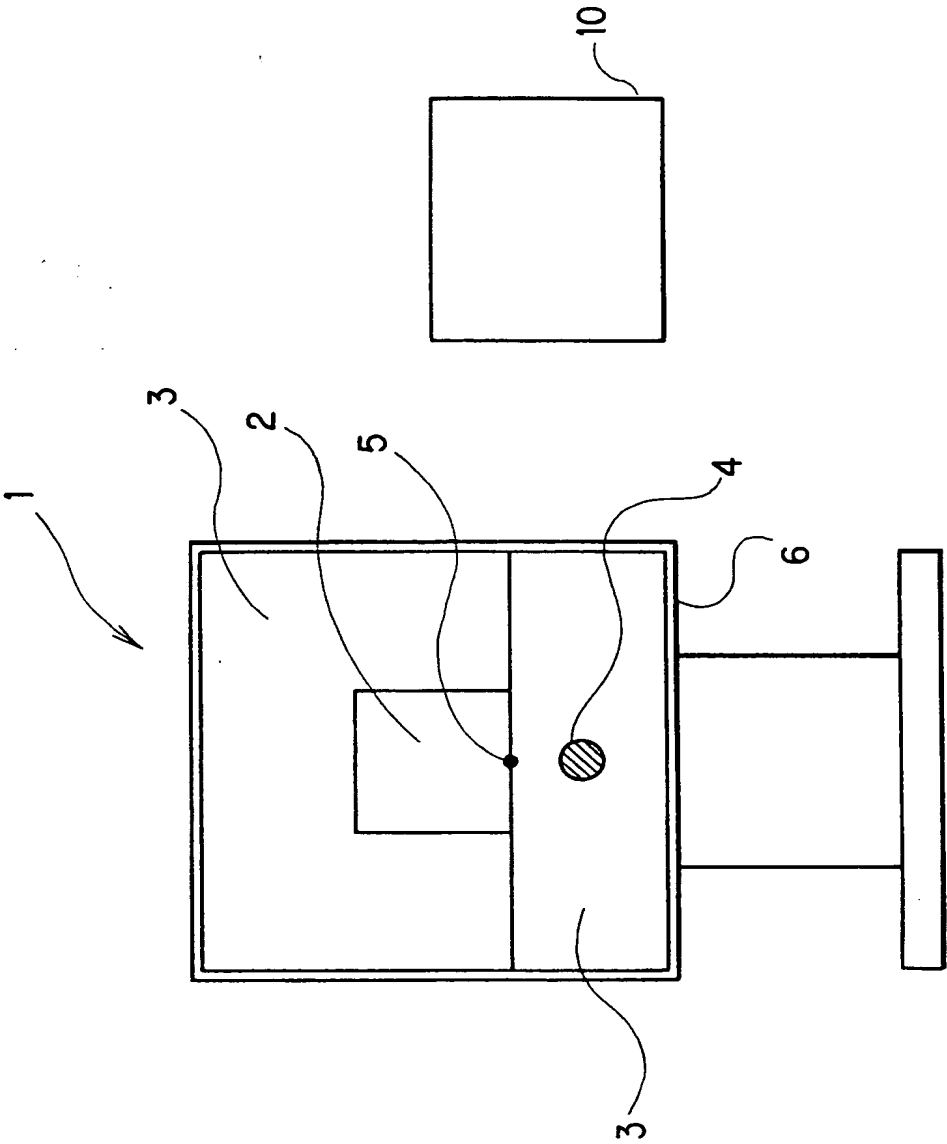
## 第 8 図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



第9図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/03219

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl.<sup>7</sup> G02F1/37

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl.<sup>7</sup> G02F1/37, H01S3/109

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2001 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2001 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2001 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

DIALOG (WPI/L)

JICST FILE (JOIS)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                    | Relevant to claim No.   |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Y<br>A    | JP 5-72577 A (Hitachi, Ltd.),<br>26 March, 1993 (26.03.93),<br>Columns 17, 18; Fig. 1 (Family: none)                  | 1, 2, 5, 7-9<br>3, 4, 6 |
| Y<br>A    | JP 7-306428 A (Samsung Electron Co., Ltd.),<br>21 November, 1995 (21.11.95),<br>Full text; Fig. 3 (Family: none)      | 1, 2, 5, 7-9<br>3, 4, 6 |
| Y         | JP 6-289446 A (Idemitsu Kosan Co., Ltd.),<br>18 October, 1994 (18.10.94),<br>Column 16; Figs. 5, 6 (Family: none)     | 5                       |
| Y<br>A    | JP 5-100267 A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.),<br>23 April, 1993 (23.04.93),<br>Column 26; Fig. 6 (Family: none) | 7-9<br>6                |
| A         | JP 5-218530 A (Hoya Corporation),<br>27 August, 1993 (27.08.93),<br>Full text; Figs. 1, 2 (Family: none)              | 1-9                     |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
09 July, 2001 (09.07.01)Date of mailing of the international search report  
24 July, 2001 (24.07.01)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/03219

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                             | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 8-95104 A (Agency of Industrial Science and Technology, SUZUKI MOTOR CORPORATION),<br>12 April, 1996 (12.04.96),<br>Columns 22 to 28; Fig. 2 (Family: none) | 1-9                   |
| A         | JP 11-64903 A (Sony Corporation),<br>05 March, 1999 (05.03.99),<br>Full text; Figs. 1, 5 (Family: none)                                                        | 3, 4                  |
| A         | JP 11-119272 A (Hyper Photon System K.K.),<br>30 April, 1999 (30.04.99),<br>Full text; Figs. 2, 3 (Family: none)                                               | 6-9                   |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G02F1/37

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G02F1/37, H01S3/109

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2001年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2001年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

DIALOG (WPI/L)  
 JICSTファイル (JOIS)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                      | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
|-----------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| Y               | JP 5-72577 A (株式会社日立製作所)<br>26. 3月. 1993 (26. 03. 93)  | 1, 2, 5,<br>7-9  |
| A               | 第17欄、第18欄、図1 (ファミリーなし)                                 | 3, 4, 6          |
| Y               | JP 7-306428 A (三星電子株式会社)<br>21. 11月. 1995 (21. 11. 95) | 1, 2, 5,<br>7-9  |
| A               | 全文、図3 (ファミリーなし)                                        | 3, 4, 6          |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 07. 01

国際調査報告の発送日

24.07.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号 100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

三橋 健二

印

2X 9412

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

| C (続き). 関連すると認められる文献 |                                                                                          |                  |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*      | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                        | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
| Y                    | J P 6-289446 A (出光興産株式会社)<br>18. 10月. 1994 (18. 10. 94)<br>第16欄、図5、図6 (ファミリーなし)          | 5                |
| Y<br>A               | J P 5-100267 A (松下電器産業株式会社)<br>23. 4月. 1993 (23. 04. 93)<br>第26欄、図6 (ファミリーなし)            | 7-9<br>6         |
| A                    | J P 5-218530 A (ホーヤ株式会社)<br>27. 8月. 1993 (27. 08. 93)<br>全文、図1、図2 (ファミリーなし)              | 1-9              |
| A                    | J P 8-95104 A (工業技術院長、スズキ株式会社)<br>12. 4月. 1996 (12. 04. 96)<br>第22欄-第28欄、図2 (ファミリーなし)    | 1-9              |
| A                    | J P 11-64903 A (ソニー株式会社)<br>5. 3月. 1999 (05. 03. 99)<br>全文、図1、図5 (ファミリーなし)               | 3, 4             |
| A                    | J P 11-119272 A (株式会社ハイパー・フoton・システム)<br>30. 4月. 1999 (30. 04. 99)<br>全文、図2、図3 (ファミリーなし) | 6-9              |

## 国際調査報告

(法 8 条、法施行規則第40、41条)  
[ P C T 1 8 条、P C T 規則43、44]

|                                       |                                                                      |                                |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 出願人又は代理人<br>の書類記号 F P 0 1 3 3 P C T   | 今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(P C T / I S A / 2 2 0 )<br>及び下記 5 を参照すること。 |                                |
| 国際出願番号<br>P C T / J P 0 1 / 0 3 2 1 9 | 国際出願日<br>(日.月.年) 1 6 . 0 4 . 0 1                                     | 優先日<br>(日.月.年) 1 9 . 0 4 . 0 0 |
| 出願人 (氏名又は名称)<br>三菱重工業株式会社             |                                                                      |                                |

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条 ( P C T 1 8 条 ) の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない (第 I 欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している (第 II 欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第 III 欄に示されているように、法施行規則第47条 ( P C T 規則38.2(b) ) の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から 1 カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 1 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>1</sup> G02F1/37

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>1</sup> G02F1/37, H01S3/109

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2001年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2001年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

DIALOG (WPI/L)  
 JICSTファイル (JOIS)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                               | 関連する<br>請求の範囲の番号           |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Y<br>A          | JP 5-72577 A (株式会社日立製作所)<br>26. 3月. 1993 (26. 03. 93)<br>第17欄、第18欄、図1 (ファミリーなし) | 1, 2, 5,<br>7-9<br>3, 4, 6 |
| Y<br>A          | JP 7-306428 A (三星電子株式会社)<br>21. 11月. 1995 (21. 11. 95)<br>全文、図3 (ファミリーなし)       | 1, 2, 5,<br>7-9<br>3, 4, 6 |

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 07. 01

国際調査報告の発送日

24.07.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

三橋 健二

2X

9412

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

| C (続き) 関連すると認められる文献 |                                                                                         |                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*     | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                       | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
| Y                   | J P 6-289446 A (出光興産株式会社)<br>18. 10月. 1994 (18. 10. 94)<br>第16欄、図5、図6 (ファミリーなし)         | 5                |
| Y<br>A              | J P 5-100267 A (松下電器産業株式会社)<br>23. 4月. 1993 (23. 04. 93)<br>第26欄、図6 (ファミリーなし)           | 7-9<br>6         |
| A                   | J P 5-218530 A (ホーヤ株式会社)<br>27. 8月. 1993 (27. 08. 93)<br>全文、図1、図2 (ファミリーなし)             | 1-9              |
| A                   | J P 8-95104 A (工業技術院長、スズキ株式会社)<br>12. 4月. 1996 (12. 04. 96)<br>第22欄-第28欄、図2 (ファミリーなし)   | 1-9              |
| A                   | J P 11-64903 A (ソニー株式会社)<br>5. 3月. 1999 (05. 03. 99)<br>全文、図1、図5 (ファミリーなし)              | 3, 4             |
| A                   | J P 11-119272 A (株式会社ハイパー・フォトン・システム)<br>30. 4月. 1999 (30. 04. 99)<br>全文、図2、図3 (ファミリーなし) | 6-9              |

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**